

ESTUDIO 2

Estudio de las características físico-químicas de las aguas del Balneario de Villavieja (Castellón)

Title in English: *Study of the physical-chemical characteristics of the waters of Spa Villavieja (Castellón)*

María Esperanza Torija Isasa^{1,*}, Mercedes García Mata², María Dolores Tenorio Sanz², José Luis López Colón³

¹Académica Correspondiente de la Real Academia Nacional de Farmacia. ²Dpto. Nutrición y Bromatología II. Bromatología Facultad de Farmacia UCM. ³Instituto Toxicológico de la Defensa. *metorija@farm.ucm.es

An. Real. Acad. Farm. Vol 82, Special Issue (2016) pp. 38-66.

RESUMEN	ABSTRACT
<p>Las aguas de Villavieja (Castellón) han sido motivo de numerosos estudios, especialmente en el siglo XIX. Las características de sus aguas se determinaron mediante análisis realizados por distintos profesionales farmacéuticos o médicos, y se clasificaron en función de las costumbres de la época. Las del Balneario de Villavieja, Pozo Monlleó, son hipertermales ya que surgen a una temperatura de 40°C; tienen un pH de 7,5. Se caracterizan por su mineralización fuerte, con un residuo seco a 180°C superior a 1500 mg/l. Por su contenido salino, estas aguas se clasifican como cálcicas, magnésicas, muy duras y sulfatadas.</p>	<p>The Waters of the have been studied widely, specially in the 19th century. Their characteristics were analyzed by different professionals, and they were classified according to the customs of the time. The waters of Pozo Monlleó Villavieja (Castellón) Spa are hypertermic (> 40°C), have a pH of 7.5. They have a high mineralization, with a residue content above 1500 mg/l. The waters are rich in calcium, magnesium and sulphates and can be considered as very hard water.</p>
<p>Palabras clave: Aguas mineromedicinales; análisis físico-químico; balneario Villavieja (Castellón).</p>	<p>Keywords: Minero-medicinal water; phisico-chemical analysis; Balneario Villavieja (Castellón).</p>

“Las aguas minerales, esparcidas con tanta profusión en nuestro hermoso suelo, constituyen el don más precioso del Creador. España, rica bajo todos conceptos, no lo había de ser menos en este ramo. Parece que Dios se esmeró en derramar á manos llenas sobre esta nación bendita toda clase de bienes. Y puesto que la humanidad doliente había de invocar el auxilio de las aguas minerales después de agotado el formulario terapéutico, hizo brotar de cada peña un torrente de salud”.

(Tomado de Martínez Reguera (1))

1. INTRODUCCIÓN

Las aguas de La Vilavella, Villavieja de Nules, Villavieja (Castellón) se conocen desde tiempos de los romanos y fueron utilizadas por los diferentes pobladores de la zona, gozando en los siglos XVIII y XIX de gran renombre (2,3). Francés *et al.* (2), en esta misma monografía, comentan que hay un cierto debate en cuanto a la declaración de utilidad pública de las aguas de Villavieja, en lo que no nos vamos a detener; indican que en 1827 ya figuran los Baños de Villavieja en la relación oficial de temporada de baños publicada en la Gaceta de Madrid (4).

García López (5) cita que en la *Gaceta de Gobierno* del día 16 de abril de 1869 se recogen los establecimientos de aguas minerales declarados de utilidad pública, las temporadas en que se hallan abiertos, provincias a que pertenecen y nombre de los directores; entre ellos, aparece Villavieja. Recoge en su obra el Reglamento de 1834 para la dirección y fomento de los baños y aguas minerales de España, que el autor utiliza como base para su obra. Ya en el siglo XX, en el Estatuto sobre la explotación de manantiales de aguas mineromedicinales, aprobado por Real Orden-Ley nº 743, de 7 de marzo de 1928, publicado en la Gaceta de Madrid nº 117, de 26 de abril de 1928, se justifica la declaración de utilidad pública de las aguas que nos ocupan (6).

Se sabe de la existencia de diferentes manantiales en Villavieja, y la mayor importancia en los primeros tiempos la tuvo la denominada Fuente o Font Calda, aunque en dicha población existen otras. El estudio de todas estas aguas ha sido motivo de interés a lo largo de los tiempos y los datos obtenidos y la clasificación de las mismas fue variando en función de los métodos de análisis y de las ideas sobre clasificación de las aguas en los distintos momentos.

En nuestra época, hay un creciente interés por las aguas mineromedicinales y los balnearios, lo que da lugar a la aparición de las más diversas publicaciones. Tal es el caso de estudios tan interesantes como el de Sanz y Marco (7) sobre balnearios y aguas medicinales de Castellón del siglo XIX. Entre los numerosos textos que se refieren a las aguas de Villavieja, podemos mencionar algunos de los realizados y publicados en el siglo XIX en que se les prestó mucha atención (Tabla 1).

En algunos casos los directores médicos de los balnearios publicaron memorias-disertaciones en distintos años sobre las aguas y sus usos; tal es el caso de Barraca o de Sanchís, de cuyas memorias recogemos una en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales estudios sobre las aguas de Villavieja (siglos XVIII y XIX).

Año	Autor	Texto
1788	Lemos (8)	Virtudes medicinales de las aguas minerales de la Villavieja de Nules en el Reyno de Valencia
1795	Cavanilles (9)	Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia.
1822	David (10)	Memoria sobre las aguas minerales de Villavieja
1826	Alibert (11)	Nuevos elementos de terapéutica y de materia médica. Tomo IV
1829	Avellán (12)	Disertación de las aguas minerales de Archena, en el Reyno de Murcia y Billavieja en el de Valencia
1829	Bertrán (13)	Disertación sobre las aguas y baños termales de Villavieja
	Chinchilla (14)	Baños y aguas minerales de Villavieja (Castellón)
	Cisternes y Margarid (15)	Disertación de las aguas minerales de Villavieja, Alange, Archena y Caldas de Tuy
	Díez Serrano (16)	Disertación físico-química analítica de las aguas minerales de Villavieja en el Reyno de Valencia
	Forner (17)	Memoria sobre las aguas y baños minerales de Villavieja en el Reyno de Valencia
1848	Huesa (18)	Disertación de las aguas y baños minerales de Villavieja, Reyno de Valencia, provincia de Castellón de la Plana
1850	Álvarez Alcalá (19)	Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero
	Madoz (20)	Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de Ultramar
1851	Pérez de la Flor y González de Jonte (21)	Novísimo manual de Hidrología médica española
1853	Rubio (22)	Tratado completo de las fuentes minerales de España
1858	Vilanova y Piera (23)	Memoria geonóstico-agrícola sobre la provincia de Castellón
1860	Barraca (24)	Observaciones prácticas sobre las virtudes de las aguas minero-medicinales de Villavieja
	Durand Fardel <i>et al.</i> (25)	Dictionnaire général des eaux minérales et d'Hydrologie medicale
1864	Martínez Reguera (1)	Bibliografía Hidrológica médica española
1868	Caballero (26)	Reseña Geográfico-estadística de España
1870	Taboada (27)	Anuario de la Hidrología médica española
1869	García López (5)	Aguas minerales. Tratado de Hidrología médica con guía del bañista y el mapa balneario de España
1880	Joanne y Le Pileur (28)	Les Bains d'Europe
1881	Escudero (29)	Aguas minerales sulfatadas mistas de Villavieja
1889	Sanchís (30)	Baños de Villavieja de Nules
1898	Riba (31)	Villavieja de Nules y sus aguas termales. Apuntes históricos

En 1788, se publicó el libro *Virtudes Medicinales de las aguas minerales de Villavieja de Nules en el Reyno de Valencia*, del médico Francisco José Lemos (8), que es el documento más antiguo conocido sobre las aguas de esta población y que incluye el primer análisis de las aguas de la Fuente Calda. Dice Lemos que era una fuente de agua potable que los vecinos utilizaban para beber después de enfriarla; las clasifica como calcáreas, alcalinas y azufrosas. Además, habla de otra fuente que había en la carretera de Artana, de agua fría, que se llamaba Font Freda o Fuente Fría.

En relación a sus estudios y comentarios encontramos lo siguiente; en el capítulo *“De las aguas minerales de la Villavieja de Nules. Parte primera. De las aguas de la fuente calda. Sección I. Descripción de la fuente, origen y nacimiento de sus Aguas, recoge: El color del agua calda es ninguno, antes sí muy clara y transparente; su olor cuando esta más caliente es ligeramente fétido, pero tan ligero, que apenas se nota de la fuente á la boca; el sabor algo áspero, si se bebe del manantial, pero fuera no se percibe...”* Más adelante *“...No dexan en su corriente ni remansos vestigio de mineral alguno, ni otra sustancia conocida. No se distinguen en nada de la mejor agua, ó de las mas pura. Cuecen las verduras con suma facilidad, disuelven el xabon perfectamente, y sirven para bebida usual á todo el Pueblo, cuyos habitantes gozan de robusta y perfecta salud, de grande vigor y energía en los jugos estomacales, padeciendo poco de indigestiones, por lo muy digestiva que es el agua, como diremos hablando de sus virtudes...”*.

Y continúa: *“...En resultas de estos primeros ensayos averigüé, que nuestras aguas de la Fuente Calda nada contenían de substancia metálica; porque mezcladas con uno de los alkalis Prusianos, permaneció el todo de color azul. De azufre fixo nada encierran..., ...nada contienen de hierro...”*. Comenta que evapora el agua para ver que residuo dejan, y dice lo siguiente: *“...en efecto, por el resultado de estas operaciones le corresponde á cada libra de agua poco mas de un grano de tierra calcárea, y casi medio de sal alkali, no contando la pérdida que hubo, ni pudiendo saber quanto contienen de ayre fixo y principio flogístico, por carecer entonces de instrumento para su averiguación”*. Dice que el análisis *“no es de los más completos, pero es suficiente para conocer la naturaleza de los principios que abrigan”*.

Más adelante explica: *“...El mineral de estas aguas estaba en el año de mis experimentos bastante diluido á causa de las muchas lluvias en los dos años anteriores...”* Describe algo más: *“He querido hacer esta advertencia, porque si en algún tiempo se repite el análisis de estas aguas, y los productos no fuesen iguales á los que en el día presento, se sepa que quién pudo ser la causa de ello...”* (8).

En relación al uso de las aguas como bebida, dice: *“El otro modo como se usa el agua de la fuente es en bebida, el qual puede ser medicinal ó usual: esto es, quando el agua se manda beber á todo pasto, y aquel quando se dispone en determinada cantidad*

y á ciertas horas...”. Comenta las diferentes acciones del agua y que para conseguirlas se deben tomar distintas cantidades según el enfermo y, además, aconseja las horas en que deben consumirse.

Otro de los capítulos se refiere a: *“De las aguas minerales de la Villavieja de Nules. Parte segunda de las aguas del pozo de la calle de San Josef. Sección I. Descripción del pozo y verdadera naturaleza de sus Aguas”*. En él, describe: *“El color de esta agua es cristalino, su sabor ligeramente salobre, algo ásperas y gruesas al tragarlas, dexando cierta estiptiquez sobre la lengua y en las manos si se lavan con ellas. Carecen enteramente de olor, y por eso en algunas casas las usan para amasar pan por ahorrarse el trabajo de calentar la otra agua; pero no son las mejores para esto, porque siempre conservan algo de su aspereza aunque estén frías. No disuelven el xabon, endurecen las verduras, y por tanto no sirven para otra cosa que para fregar. Sin embargo de su calor, no produjeron alteración en un huevo que tuve en ellas por mas de media hora, ignorando la causa de este fenomeno...”*

Hace ensayos igual que con las aguas de la Fuente Calda. Comenta que estas aguas *“constan de cinco principios, dos de ellos volátiles, que son ayre fixo, vaho flogístico; y los tres fixos sal común ó marina, selenítica, y tierra absorbente calcárea á base alcalina”*. Sigue: *“...que por las particiones de estos le corresponde á cada libra de agua poco mas de un grano de sal común, casi medio grano de sal selenítica, y ménos de dos de tierra absorbente calcárea...”* (8).

En el mismo siglo XVIII, un importante autor, Cavanilles (9), en su obra *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia*, habla de la provincia de Castellón, de diferentes localidades y de las aguas, entre otras cosas. Así, en el Tomo I, libro segundo describe el centro del Reyno de Valencia y empieza hablando de La Plana. Más adelante, indica: *“El río Milláres cruza la Plana por la parte septentrional, dexando por su izquierda los pueblos de Castelló y Almazora, y por la derecha los de Onda, Bechí y Vilavella, situados al poniente del camino real...”*

Al hablar de la Fuente Calda, dice que estaba situada a los pies de la montaña de Santa Bárbara y que sus aguas salían a través de caños de hierro, de forma ininterrumpida, independientemente de la estación y del año.

En la página 112 dice, textualmente, lo siguiente: *“...No han contribuido poco á la felicidad de la Vilavella, y por consiguiente al aumento de su vecindario, las sumas que dexan allí los que acuden á disfrutar las aguas termales, bien conocidas y celebradas. Nacen estas en la fuente llamada Calda, para distinguirla de otra cuyas aguas son frias. Se hallan en la parte mas baxa de la villa, y salen por tres caños sin disminución aun en años secos; sirven de pasto al pueblo, y las sobrantes entran en un infeliz aposento, donde se bañan sucesivamente los que esperan remediar sus dolores y enfermedades.*

Son cristalinas, é iguales casi en peso al agua destilada, sin contener metal alguno, ni otros ácidos que el carbónico y poco azufre. En invierno salen muy calientes, pero en verano su calor es igual al de la atmósfera, como lo hallé en Agosto á las 9 de la mañana, que fue de 24 grados. Puestas en un vaso no despiden olor; bien que en las inmediaciones del baño se percibe el del azufre. Mayor es el calor de las del pozo llamado de Montón en la misma villa, siendo de 34 grados quando llega el pozo arriba, el qual será sin duda mayor en el fondo. Quando ambas perdiéron el calor nativo, se observa diferencia de peso, siendo un grado mayor las del pozo, en las quales se descubre porción de selenita, y por eso ni son buenas para cocer las legumbres, ni para desleir el xabon. Aunque las aguas de la fuente no son de aquellas minerales, cuyas eficaces virtudes se hallan reconocidas, y su calor es tan moderado; con todo es grande el concurso de gentes que acuden á beberlas y bañarse. Se creen diuréticas, sudoríficas, aperitivas, anticólicas y antihipocondríacas, corroboran el estómago, excitan el apetito, y facilitan la digestión. Bebí de ellos con exceso, sin sentir peso ni verme incomodado, que es la mejor prueba á su favor...” (9).

En el Tomo II, al hablar de los baños, dice: *“Es sobrado general el abandono que reyna en las fuentes saludables del Reyno: solo en Catí he visto una hospedería decente. La Font calenta entre Chestalgar y Chulilla, Toga, Navajas, Montanejos y la Vilavella, son sitios capaces y dignos de notables mejoras...”*.

Alibert (11), en 1826, comenta que en Villavieja hay dos tipos de aguas termales diferentes; la de la fuente llamada Calda, que nace en la parte baja de la villa y las aguas termales de los pozos que varios vecinos han construido en sus casas. Avellán (12) por su parte, en 1829, dice que la Fuente Calda se llama así no solo por sus aguas más calientes, sino para distinguirla de la fuente fría que está situada a la parte opuesta de la villa; cita también las aguas de los pozos; de los cuales el mayor y más antiguo, y que goza de más crédito y reputación es el pozo Monzón.

Madoz (20), en su *Diccionario* publicado en 1855, registró todos los manantiales conocidos en la época, descritos en distintos tratados de hidrología. Se preocupó de hablar de las propiedades físico-químicas de las aguas. Al hablar de Villavieja comenta la existencia de muchos manantiales medicinales conocidos en el siglo XIX y de todos, el más importante, sin duda, es el de la Fuente Calda.

Pedro M.^a Rubio (22), en su obra *Tratado completo de las fuentes minerales de España*, publicada en 1853, recoge, entre los balnearios de Castellón de la Plana, el de Villavieja de Nules. Cuando habla de la Fuente Calda hace una serie de comentarios. Dice que se encuentra en la parte baja de la villa, y que el terreno en que brota es calizo; la cantidad de agua que suministra esta fuente, es igual a la que sale por un orificio circular de siete pulgadas de diámetro. Comenta, así mismo, que hay además otros manantiales repartidos en diversos puntos dentro de las casas del pueblo.

Especifica lo siguiente: “*Las aguas de la Fuente Calda son muy cristalinas; untuosas al tacto; de buen gusto, algo “acedo”; cuecen las legumbres; no tienen olor; su peso es igual al del agua destilada; y su temperatura sube a 24ºR*”. *El agua de los pozos es clara y transparente; sin olor; insípida; no disuelve el jabón ni cuece bien las legumbres; su peso específico es mayor que el del agua destilada; y su temperatura varía desde 28 a 37ºR*” (recordemos que 1ºC = 1,25º Reaumur, RAE (32)). “*El pozo de la calle de San Vicente, número 3, tiene el agua á 28º: el del num.15 de la misma calle, á 37º: el de la Cueva Santa, num. 27, á 30º: el de San José, número 13, pozo titulado del Canónigo, á 35º: el pozo de la casa número 10, el de la calle de San Sebastián y el del número 5 de la Plaza de la Iglesia, á 35º: en esta última casa hay otro pozo de agua a 36º*” (22).

De las descripciones que hace Rubio de las aguas de Villavieja queda patente la diferencia entre el agua de la Fuente Calda y las de los pozos, lo que da motivo a que al hablar de la clasificación de las aguas de Villavieja diga que son templadas, calientes y muy calientes.

En 1858 Vilanova y Piera (23) en su *Memoria Geonóstico-agrícola sobre la provincia de Castellón*, presentada por la Real Academia de Ciencias, comenta, como Lemos, que la Fuente Calda se encuentra al pie de la montaña llamada de Santa Bárbara; especifica que nace en un depósito circular de tres varas de diámetro y uno y medio de profundidad y dice, además, que la cantidad de agua que suministra es igual a la que sale por un agujero circular de siete pulgadas de diámetro.

Presenta un “Cuadro de las fuentes de la Provincia de Castellón” que incluye los nombres de las fuentes, la localidad en que se encuentran, los terrenos de los que proceden y los usos a que se destinan. De las aguas de la Fuente Calda de Villavieja dice que son minerales y termales y que se destina a usos medicinales. En relación a las condiciones del manantial, comenta que está situado en los últimos estribos del terreno triásico de Espadán, y que la notable inclinación que allí ofrecen los estratos explica la temperatura de las aguas de este manantial. Habla de otras aguas frías de Villavieja, de terreno diluvial, cuyos usos son para consumo y riego, y en cuanto a sus condiciones dice que son resultado de filtraciones superficiales. También habla de las aguas de los pozos.

Leopoldo Martínez Reguera (1), en su *Discurso de Investidura de Doctor en Medicina y Cirugía*, de 1864, comenta que la Fuente Calda está situada en la parte baja de la montaña, en el pasaje más bajo del pueblo. Dice que se recogía en un depósito circular donde salía el agua a través de un conducto de piedra con anterioridad en el siglo XVIII; luego, por tres caños de hierro, lo que ya decía Cavanilles.

Anastasio García López (5), en 1869, también habla de la Fuente Calda y refiere que brota en terreno calizo y que, además, hay nueve o diez establecimientos en casas del pueblo, comentando que se trata de aguas cristalinas y de buen sabor.

Taboada (27), en su *Anuario de la Hidrología Médica Española*, en 1870, habla de la temperatura de las aguas de la Fuente Calda indicando que es de 30°C y la de los pozos, hasta diez en explotación en la población, es variable, según el que se examina, desde 42,50° a 47,75°C. Comenta que la Fuente Calda procede de yacimiento terciario, confines con el triásico; dice que el caudal es abundante en el manantial del establecimiento y que la instalación es mediana en el establecimiento y mala en las casas que tienen pozo mineral.

Otro de los libros más importantes en relación a los comentarios sobre las aguas de Villavieja, es el de Victor Riba (31), publicado en 1898. Este autor habla de la siguiente manera; dentro del capítulo “Aguas termales de Fuente-Calda. Su análisis científico recoge: “...de dónde le viene á Fuente-Calda su nombre; y *“la explicación nos la dá y salta á la vista el temple y calor de sus aguas; pues como en invierno son tibias, en primavera ya no lo son tanto, y en estío apenas se les conoce su calor aunque es siempre superior al atmosférico de aquí el llamarse Fuente-Calda ó caliente; otra razón hay que nos explica y dá la causa y el porqué, de lo que investigamos y es; que antiguamente salía continúa y hoy solo en grandes y perseverantes lluvias, una fuente de aguas frescas y cristalinas á la parte opuesta de Fuente-Calda y población, carretera de Artana entre el pueblo y el cementerio; á la cual los vecinos ya de tiempo inmemorial, bautizaron con el significativo nombre de Fuente Fría (Font freda) para distinguirla de la que llamamos Fuente-Calda (Font calenta:)”*. Más adelante expone: “...La Fuente-Calda está situada á un extremo de la población, carretera de Vall de Uxó (antes de la Vall del Duque) y fin de la calle de San Vicente en una plazuela del mismo nombre, y circunvalada hoy por la Fonda de Cuesta, lavadero, calle antedicha y Cueva Santa; el terreno que la rodea es irregular, desigual, y las aguas nacen muy bajas; se las dá curso y salida por medio de un caño de piedra (antiguamente eran tres de hierro) para beneficio y necesidades del público, siguen su vía á los baños de Cuesta y lavadero, y luego van á parar á un depósito para regar y abonar las tierras...”

Y, posteriormente, dice: “...son estas muy cristalinas y puras, sirviendo á todo pasto á las necesidades del pueblo; son suaves, dulces y ligeras, ayudando mucho al estómago para digerir las viandas; razón por la cual son en gran número los forasteros, que acuden á aprovecharse de ellas, no como baño sinó como bebida, para evitarse indigestiones...”. “Esta agua no tiene color, pues es muy clara, limpia y transparente; su olor cuando está más caliente es ligeramente fétido, pero tan ligero, que apenas se percibe de la Fuente á la boca: su sabor es algo áspero si se bebe en el mismo manantial, pero fuera ni se conoce ni nota; su peso es como el del agua más pura, cuece perfectamente los garbanzos y toda clase de verduras y deslíe el jabón; en fin, la perfecta salud, que habitualmente gozan los vecinos de Villavieja, nos dá una idea de la bondad de esta agua...” (31). Si recordamos, Rubio (22) decía que son aguas que cuecen bien las legumbres.

Comenta Riba (31) que las aguas de la Fuente Calda son especiales y diferentes de las de los pozos. *“Las aguas de los pozos de Villavieja como termales y curativas, no gozan de gran antigüedad; su descubrimiento como á tales fué completamente casual: al principio nadie las hacia servir mas, que para faenas y quehaceres ordinarios de las casas que las poseían, de modo, que si al hacer un pozo las aguas que se encontraban eran calientes y termales, se consideraba esto, más un fracaso y desgracia, que favor y beneficio.*

A mediados del siglo pasado, Francisco Montón, habitante de la segunda casa á mano derecha, entrando por la Plaza á la calle de San José, resolvió hacer un pozo en el corral de la misma; al profundizar cinco ó seis varas se encontró un copioso manantial de aguas tan sumamente calientes, que los operarios se vieron obligados á suspender la obra por no poder sufrir su calor; hasta que procediendo con arte y reglas se prosiguió el pozo, que dió por resultado sobre dos estados de agua, que jamás se ha visto disminuir por mucha que se saque, ni por sequía estraordinaria y persistente.

Según D. Francisco José de Lemos en su obra mencionada, en el año 1788 eran cinco los pozos de aguas calientes y termales que había en Villavieja; dos en la calle de San José, dos en la de la Iglesia vieja (Santa Bárbara) y otro, que llama del Pastor sin designar lugar ni calle.

Todos los pozos que se han hecho hasta hoy por esta parte de pueblo, han dado idéntico resultado, en cuanto al calor de sus aguas; y por más que en contrario se diga, las aguas de todos los pozos dichos gozan de igual grado de calor; porque todas proceden del mismo manantial y pasan por el mismo punto, donde radican el foco y materias que las comunica el calor” (31).

Riba (31) hace comentarios sobre la obra de Lemos y dice así: *“Mucho respeto las opiniones de D. Francisco José de Lemos referentes á estas aguas, ya como médico, ya por haberlas estudiado por espacio de algunos meses; pero no puedo conformarme con lo que dice en la pág. 100 que ‘es evidente que todo este parage (donde radican los pozos) está lleno de aquellos fuegos subterráneos ó materias, que comunican al agua la qualidad accidental del calor”.* Continúa: *“Si fuera esto verdad las aguas de los pozos de Villavieja debían salir mucho mas calientes y casi hirviendo”.* También hace referencia a otros comentarios de Lemos en cuanto a la descripción de las características de las aguas del pozo de la calle San José, lo que ya hemos citado al referir los comentarios del propio Lemos.

En la Tabla 2 se incluyen datos de algunos de los análisis recogidos en diferentes libros y publicaciones más relevantes, haciendo mención a las sales principales, y en la Tabla 3 se exponen las clasificaciones de las aguas según distintos autores.

En términos generales, los comentarios de muchos autores son los mismos o, cuando menos, muy similares, ya que utilizan como base un mismo análisis. La diversidad de dichos datos y de su forma de expresión se debe, sin duda, a los métodos de análisis y a las costumbres de la época, lo que únicamente nos permite acercarnos al conocimiento de las aguas que nos ocupan. Ossian y Ossian (33) en su *Tratado práctico de análisis química de las aguas minerales*, traducido por Ramón Ruiz Gómez en 1858, hacen comentarios en relación a las causas que motivaban los distintos resultados del análisis químico de las aguas, lo que era algo bastante habitual en aquella época.

Tabla 2. Contenido de las principales sales en aguas de Villavieja según análisis citados por distintos autores.

Año	Autor	Manantial	Análisis/Sales principales	Unidades
853	Rubio (22) (Análisis de Menchero)	Fuente Calda	Sulfato magnésico 10,0 Cloruro sódico 4,0 Cloruro magnésico 2,5 Carbonato cálcico 2,25	granos/libra
866	Durand Fardel <i>et al.</i> (25) (Análisis de Menchero)	Fuente Calda	Sulfato magnésico 1,060 Cloruro sódico 0,424 Cloruro magnésico 0,265 Carbonato cálcico 0,238	g/l
898	Riba (31) (Análisis de Greus y Peset)	Fuente Calda	Carbonato cálcico 0,12851 Carbonato magnésico 0,10749 Cloruro sódico 0,08151 Sulfato cálcico 0,01930	g/l
868	Barraca (34)	Pozos	Sulfato sódico 340 Sulfato magnésico 320 Carbonato cálcico 185 Cloruro sódico 128 Sulfato cálcico 65	mg/l
898	Riba (31) (Análisis de Montserrat)	Pozos	Sulfato cálcico 1,065 Sulfato sódico 0,340 Sulfato magnésico 0,320 Carbonato cálcico 0,185 Cloruro sódico 0,128	mg/l

El conocer la composición de las aguas de Villavieja para tener una idea general es complicado, dado que los diferentes autores utilizan distintas unidades y transcriben los mismos datos expresados de diversas maneras. Así, Rubio (22), Vilanova y Piera (23), Durand Fardel *et al.* (25) y Casares (35) citan los resultados del

análisis del Dr. Menchero, de 1837, y García López (5) y Riba (31) los del Dr. Monserrat, de 1863. Por ello, en la Tabla 2 se incluyen los resultados más representativos de las aguas de la Fuente Calda y de los pozos; puede verse cómo los datos procedentes de un mismo análisis se expresan de distinta forma. No obstante existen otros resultados a los que aludimos a continuación.

Bertrán (13), en 1829, recoge los datos de Ramón Piquer y dice que las aguas de Villavieja son análogas a las de la Montaña de Oro (en Francia), que se caracterizan porque en ellas destaca el “carbonato de sosa” como componente principal, seguido de muriato de sosa y carbonato de cal. Los datos se expresan en granos por libra, según costumbre de la época, forma de expresión que recogen Herrero y Francés (36) y Francés (37), así como la conversión en otras unidades.

Alibert (11), al hablar de las aguas de la Fuente Calda dice que parece que no contienen metal alguno, ni otro ácido más que el carbónico y muy corta cantidad de azufre; en la de los pozos se descubre porción de selenitas o sulfato cálcico.

También es interesante destacar algunos comentarios en relación a la forma de hacer los análisis de las aguas. Así, Avellán (12), en 1829, dice que las aguas de Villavieja fueron analizadas “en el siglo pasado”, *“pero sin la escrupulosidad que requiere un asunto tan delicado y así se ignoran las cantidades exactas de los principios que contienen, conviniendo generalmente en que el principio dominante es el ácido carbónico y que contienen además alguna corta cantidad de azufre”*.

Rubio (22) comenta que las aguas de la Fuente Calda contienen sales entre las que destaca el sulfato magnésico, seguido de cloruro sódico; los resultados se expresan en granos por cada libra de agua. Indica, además, una cantidad indeterminada de aire atmosférico y materia “vejeto-animal”. Comenta textualmente *“Se dice que se analizaron en el Real Laboratorio de Madrid, 1788”*, lo mismo que comentaba Huesa (18) en 1848. También hace referencia a las aguas de los pozos, hablando de su composición pero sin indicar cantidades.

Victor Riba, en 1898, comenta: *“Para satisfacción y guía de los señores bañistas daremos el extracto del reciente análisis de estas aguas por los distinguidos químico Dres. D. Domingo Greus Martinez y D. Vicente Peset Cervera; Director el primero del laboratorio químico municipal y el segundo Catedrático de la facultad de medicina de Valencia”* (31). En este caso se refiere a las aguas de la Fuente Calda; cuando trata de los pozos dice que es el análisis practicado el año 1863 por el Dr. D. José Montserrat catedrático de Química y Rector que fue de la Universidad de Valencia. Más adelante volveremos a comentar estos análisis.

Trataremos a continuación la clasificación de las aguas (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de las aguas de Villavieja, según distintos autores.

Año	Autor	Clasificación de las aguas
1788	Lemos (8)	Calcáreas, alcalinas y azufrosas
1822	David (10)	Naturaleza ferruginosa
1829	Chinchilla (14)	Ferruginosas
	Díez Serrano (16)	Termales, acídulas, férricas
	Forner (17)	Carbonatadas cálcicas, magnésicas y ferruginosas
1848	Huesa (18)	Aguas mixtas por ser débilmente acídulas gaseosas las de la fuente, y las de los pozos, algo ferruginosas
1850	Madoz (20)	De la segunda clase de medicinales, orden 1ª de tibias, género 1ª de salinas
1853	Rubio (22)	Acídulo carbónicas con hierro
1858	Vilanova y Piera (23)	Acídulo carbónicas con hierro
1860	Barraca (24)	Termales, salinas
	Durand Fardel <i>et al.</i> (25)	Sulfatada-magnésica
1866	Barraca (38)	Salinas sulfatadas, salinas carbonatadas
	Casares (35)	Acídulo carbónica
1868	Barraca (34)	Salino termales
	Caballero (26)	Acídulo carbónicas con hierro
	García López (5)	Acídulo termales
1870	Taboada (27)	Sulfatadas cálcicas variedad ferruginosa
1874	Gaceta de Madrid (39)	Acídulo carbónicas con hierro, de la primera clase
1880	Joanne y Le Pileur (28)	Sulfatada magnesiana, carbonatada ferruginosa, termal
1881	Escudero (29)	Sulfatadas mixtas
1883	Gaceta de Madrid (40)	Sulfatadas mixtas, variedad ferruginosa
1886	Sanchís (30)	Sulfatadas cálcicas
1898	Riba (31)	Salino termales, y acídulo carbónicas con hierro

Ya en el siglo XVIII Lemos (8) clasifica las aguas de Villavieja como calcáreas, alcalinas y azufrosas. Madoz (20), por su parte, las clasifica de la segunda clase de medicinales, orden 1ª de tibias, género 1ª de salinas, procedente de terreno de transición o secundario.

Nuevamente, igual que al tratar los análisis de las aguas, es un poco complejo establecer la clasificación de las aguas de Villavieja, independientemente de que se trate de las procedentes de la Fuente Calda o de las de los pozos, en función de los análisis comentados más arriba. Igual que antes, trataremos el tema por orden cronológico. Si bien la mayoría de las clasificaciones están recogidas en la Tabla 3, a continuación se recogen algunas otras.

David (10) las considera de naturaleza ferruginosa; aguas minerales, vitriólicas y acídulas, según habla del análisis realizado por Tomás de Vilanova Muñoz y Poyano, concluye diciendo que *“estas aguas constan de materia sutil y penetrante, de un espíritu etéreo elástico, de una porción de azufre volátil, poco de bitriolo y mayor cantidad de sales neutras...”*.

Bertrán (13) recoge y presenta el análisis de la Montaña de Oro, en Francia, dado que son aguas similares a las de Villavieja. Dice que tienen ácido carbónico libre y combinado, ácido murfático, calcio, magnesia, aluminia, sosa y hierro, según Ramón Piquer, quien en 1828, a su vez, se refiere al análisis realizado por el Dr. Ramos que las clasifica como acídulas, salinas, sulfurosas y ferruginosas.

Chinchilla (14) las considera ferruginosas, según el análisis “del boticario de Valencia” enteramente contrario al del cirujano Lemos. Cisternes y Margarid (15) estudia la Fuente Calda y comenta que *“tiene algo de ácido carbónico, ácido hidro-sulfúrico en muy corta cantidad y no azufre como suponen algunos. Las de los pozos contienen sulfato de cal”*.

Rubio (22), en la parte primera de su obra, capítulo primero, al hablar y describir las aguas y baños minerales de España, hace referencia a los que tienen dirección facultativa, y en el artículo 4º, entre las aguas acídulo-carbónicas, aparecen las de Villavieja de Nules. En la parte segunda incluye los “Estudios sobre las aguas minerales de España y sobre sus propiedades físicas”. Hace una clasificación de las aguas minerales en función de su temperatura, de la siguiente forma: aguas de primera clase – frías; de segunda – frescas; de tercera – templadas; de cuarta – calientes y de quinta – muy calientes, con arreglo a la propuesta de Wetzler y adoptada generalmente en Alemania. Dice que las aguas de Villavieja, de la Fuente Calda, son de la clase tercera (templadas y las de los pozos de dentro del pueblo de las clases cuarta y quinta (calientes y muy calientes), lo que concuerda con la descripción que hace en la primera parte.

En el capítulo segundo, titulado “de las propiedades químicas de las aguas minerales por su composición química” en el “artículo único”, expone el “ensayo de clasificación de las aguas minerales de España, y las agrupa en función de su composición química en diferentes clases. En la clase segunda: aguas minerales acídulas, y dentro de ellas, en el orden segundo, aguas minerales acídulo-carbónicas

con hierro, con sinonimia agrias –a ferruginosas – acedas – marciales – carbónicas – “calibeadas”, entre los balnearios con dirección facultativa, cita a Villavieja de Nules (Castellón) (22).

Martínez Reguera (1) expone una clasificación de las aguas similar a la que indicaban Pérez de la Flor y González Jonte en 1851 (21); comenta lo siguiente: *“nosotros aceptamos en parte la siguiente división: aguas económicas y minerales, lo que también dentro de las primeras: dulces, es decir potables y dañosas si eran perjudiciales; entre las segundas: medicinales y no medicinales... y digo en parte, porque no comprendo que se pueda dividir el agua en minerales y no minerales, cuando todo lo es”*.

Durand Fardel *et al.* (25) las considera sulfatadas-magnésicas, con una temperatura entre 30 y 46°C.

Caballero (26), por su parte, presenta un cuadro hidrológico de los principales establecimientos con director facultativo, por provincias y clasifica las aguas por clases; incluye lo que denominaba fuentes principales y entre las acídulas, carbónicas con hierro, incluye las de Villavieja.

Casares (35) habla de la forma de clasificar las aguas y dice que son bastante numerosas y que puede asegurarse que ninguna de ellas satisface completamente; comenta que algunos autores atendieron para dividir las en grupos o la naturaleza de los terrenos que atraviesan y otros a las virtudes medicinales que se les atribuyen, y los más a su composición química.

Anastasio García López (5), en 1869, recoge la clasificación de Rubio y otra de Durand Fardel. Dice que hacer una clasificación de las aguas es un asunto arduo y que todas han sido arbitrarias. Agrupa las aguas de España por grupos; incluye a las aguas de Villavieja, con 42°C, entre las muy calientes; hace grupos por analogías de composición y así considera análogas a las de Alange, Alhama de Aragón y Villar del pozo, dentro del grupo 9, de aguas acídulas y termales.

En 1880, Joanne y Le Pileur (28), en *Les Bains d'Europe*, estudian algunas aguas en profundidad, y de otras solo indican el tipo de agua; tal es el caso de las aguas de Villavieja, a las que se refieren como sulfatada, magnesiana, carbonatada, ferruginosa, termal.

Víctor Riba (31), al hablar de las características y propiedades de las aguas motivo de nuestro estudio, en función de la temperatura, las clasificaba como templadas, calientes y muy calientes y por su composición, ácido-carbónicas, con hierro. Dice que estas aguas, por su composición y temperatura, pueden ser administradas, ya en bebida como en baño. Este autor, describe el “Análisis científico de las aguas de los pozos” especificando: *“Hasta el presente ignoramos, que ninguna casa de baños haya hecho analizar las aguas de un pozo, excepción del balneario de San*

Juan Bautista (Miguel Represa;) para satisfacción y guía de los pacientes copiaremos del anuncio de dichas aguas la composición mineral de este balneario, según el análisis practicado el año 1863, por el Dr. D. José Monserrat, Catedrático de Química y Rector, que fué de la Universidad de Valencia; cuyo resultado es el siguiente: La temperatura del agua es de 44° centígrados, y su densidad á 24° es de 1'0021, dejando un residuo sólido á 100° del peso de 2'190 miligramos. "Por el anterior análisis se han clasificado las aguas de salino-termales, debiendo producir en la organización efectos fisiológicos por el doble carácter de salinas y de calientes. Al mismo tiempo que favorecerán la transpiración por su temperatura, contribuirán á activar las funciones del aparato gástrico por la cantidad de sales magnesianas que las acompañan, resultando una acción ligeramente evacuable, que obrando sobre los aparatos secretorios, promueva con lentitud la actividad de todos los movimientos orgánicos" (31).

Ya en el siglo XX, Abad Monzó (41), en 1916, las define como clorurado-sódica, carbonatada y sulfatada, cálcico magnésica.

De una época más reciente hay documentos como el que aparece en la Figura 1, que es un díptico proporcionado por D. Vicente Caballer Almela, Director Gerente del Balneario, en donde se describe la composición del agua de Villavieja, en este caso concreto del Balneario "Termas Galofre" de Villavieja de Nules, en una presentación para conocimiento de los usuarios (Figura 1).

Balneario "TERMAS GALOFRE"	
Villavieja de Nules	Provincia de Castellón
Directora - Propietaria:	
AMPARO GALOFRE FABREGAT	
Las aguas calientes de Villavieja, se explotan desde tiempo inmemorial, y es tal la bondad terapéutica de las mismas, que sus resultados en las diferentes enfermedades para que están indicadas, son insuperables y verdaderamente sorprendentes.	
PROPIEDADES CURATIVAS	
BAÑOS Y DUCHAS: Artritis y reumatismo; Gota, Hemiplejías, Paraplejías, Esquiñes y fracturas menbrales, Dispepsias gástricas, Transtornos arentillas y cálculos vesicales (cólicos nefríticos).	
NEURALGIAS Y PULVERIZACIONES: Reumta, Faringitis, Laringitis, Nea	
DIABETES SACCA	
COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL AGUA	
Gramos por litro	
Cloruro de sodio	0'1670
Bicarbonato cálcico	0'2404
" magnésico	0'1238
" ferroso	0'0018
Sulfato cálcico	0'7503
" magnésico	0'2074
Acido metasilícico	0'0008
Alumina hidratada	0'0012
Bicarbonato sódico	"
" potásico	"
" lílico	"
" estroncio	"
Nitrato sódico	"
Materia orgánica	"
Temperatura media	45° C
Densidad a 20° C	0'9993
Residuo fijo a (-) 180° C por litro	1'3520
Aniones, gramos por litro	1'8965
Cationes	0'4164
Concentración osmótica (mol-litros)	0'03205
Conductividad eléctrica	0'023800
Descenso crioscópico, grados	0° 040
Presión osmótica, atmósferas	0'5
Energía cinética, kilogrametro	241'72
Grado de ionización	64 p. 100
CLASIFICACIÓN	
SULFATADAS CÁLCICAS	
VARIEDAD CLORURADA	

Figura 1. Díptico de información del Balneario Termas de Galofre de Villavieja de Nules.

2. ANÁLISIS REALIZADOS

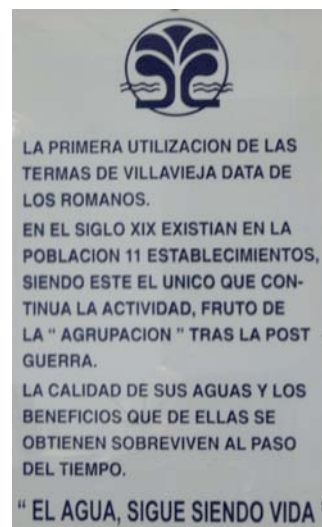
En el mes de febrero de 2015 se procedió a la recogida de muestras para la realización de los diferentes análisis de las aguas del Balneario de Villavieja

(Fotografías 1 y 2); dichas muestras coinciden con las utilizadas por de la Rosa *et al.* (42) para realizar los análisis microbiológicos.

Las muestras recogidas corresponden al Pozo Florencio Monlleó. El pozo se encuentra a 10 m de profundidad, la perforación a 17 m y la toma de agua se realiza a 14 m. El pozo se explota desde 1991 y el perímetro de protección se estableció en 1930.



Fotografía 1. Balneario de Villavieja.



Fotografía 2. Placa a la entrada del Balneario de Villavieja.

Se realizaron una serie de análisis a pie de manantial; para las determinaciones que se llevan a cabo en el laboratorio se recogieron las muestras y se conservaron en nevera y en frascos estériles las destinadas a la determinación de la oxidabilidad y otros. A pie de manantial se tomó la temperatura del agua y del ambiente; se hizo una determinación previa del pH y se procedió a determinar el anhídrido carbónico y a preparar las muestras para la determinación del oxígeno disuelto. En todos los casos se utilizaron métodos oficiales o recomendados.

Si bien el objeto de este trabajo es estudiar las aguas del Balneario de Villavieja, debido al elevado número de tratados que hacen referencia a la Fuente Calda (Fotografías 3 y 4) se tomó una muestra con el fin de conocer algunas de sus características.



Fotografía 3. Fuente Calda en la actualidad.



Fotografía 4. Fuente Calda en la actualidad. Detalle.

Dado que no existe normativa específica que permita caracterizar las aguas mineromedicinales, los comentarios a los resultados los haremos en relación, principalmente, con el RD 140/2003 (43), texto consolidado en octubre de 2013, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, dado que en algunos casos las aguas de este Balneario se utilizan por vía oral. Este RD tiene una pequeña modificación según RD 1120/2012 (44), que no atañe a nuestro trabajo. Además, haremos referencia al RD 1744/2003 (45), texto consolidado en 2011, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas y al RD 1798/2010 (46), publicado en enero de 2011 y con texto consolidado en 2014, en el que se especifican las características exigidas para aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación iremos comentando los resultados obtenidos comparando con los aportados por otros autores y estableciendo las características de mayor interés que nos van a permitir clasificar las aguas del Pozo Florencio Monlleó, del Balneario de Villavieja.

En relación a los caracteres organolépticos, se trata de un agua incolora, inodora e insípida. Los gases disueltos, existen en una pequeña cantidad. El contenido de oxígeno disuelto fue de 1,03 mg/l y el de CO₂, de 24,6 mg/l. Rodier (47), entre otros autores, indica que las aguas profundas no contienen frecuentemente más que algunos miligramos de oxígeno. En el Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas, Maraver *et al.* (48) citan un valor de 13,9 mg/l de CO₂, algo inferior al nuestro.

En la Tabla 4 se recogen los datos correspondientes a las constantes físico-químicas. La temperatura ambiente fue de 18°C y la del agua de 40°C. En el *Vademecum II de Aguas Mineromedicinales Españolas* (48) la temperatura que se indica es de 37,9°C. Alba (49) recoge datos de diferentes años de las aguas del Manantial Monlleó; la temperatura que cita es de 40°C.

Las aguas de la Fuente Calda dieron una temperatura de 27,9°C y un pH de 8,4.

Tabla 4. Constantes físico-químicas.

Parámetro	Unidades	Manantial Monlleó
Temperatura ambiente	°C	18
Temperatura del agua	°C	40
pH	Unidades pH	7,5
Turbidez	FAU	1,7

En algunas ocasiones las aguas, en función de su temperatura, se clasificaron como calientes, templadas y frías; en este sentido, Moltó (50) considera que las aguas de Villavieja son calientes (> 36°C) y/o templadas, 30 – 36°C), aunque no especifica a qué pozo o fuente corresponde cada una de ellas. Esta forma de clasificación y denominación es muy similar a la que se recoge en textos del siglo XIX.

Según la temperatura, en la Legislación Española/CAE (51) se indica que un agua cuya temperatura se encuentra entre 30 y 50°C se debe considerar mesotermal, lo que coincide con lo indicado por Casares *et al.* (52), quienes consideran que las aguas cuya temperatura se encuentra entre 30 y 50°C se deben considerar mesotermas y si se superan los 50°C serían hipertermas. Maraver *et al.* (53), posteriormente, indican que cuando la temperatura es mayor de 37°C deben considerarse hipertermas.

El pH encontrado fue de 7,5. Maraver *et al.* (53), en el *Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas* citan un pH de 7,3 para las aguas de Villavieja; Alba (49) da un pH de 7,5 y Renau (54), de 7,37. Rodier (47), por su parte, indica que las aguas naturales tienen normalmente un pH que oscila entre 7,2 y 7,5. La Legislación Española/CAE (51), al hablar de las aguas de consumo, indica que su pH deberá estar comprendido entre 7,0 y 8,5. En los RD 140/2003 (43) y 1744/2003 (45) se señala un margen para los valores de pH entre 6,5 y 9,5.

En la Tabla 5 se presentan las características generales. Los valores de conductividad eléctrica es de 1738 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a 20°C. En el *Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas*, Maraver *et al.* (48) se cita una conductividad de 1304

$\mu\text{S.cm}^{-1}$, determinada a 25°C. Los datos de Alba (49) se encuentran entre 1200 y 1400 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. Rodier (47) indica que aguas con una conductividad superior a 1000 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ son de mineralización excesiva y superior a 1500 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ inutilizable en zonas irrigadas.

Tabla 5. Características generales.

Parámetro	Unidades	Manantial Monlleó	Fuente Calda
Conductividad eléctrica a 20°C	$\mu\text{S.cm}^{-1}$	1738,0	589,0
Residuo seco a 180°C	mg/l	1571,0	362,0
Oxidabilidad al permanganato	mg O ₂ /l	2,0	—

El residuo seco, determinado a 180°C, es de 1571 mg/l, lo que da idea de que se trata de aguas de mineralización fuerte según el RD 1798/2010 (46), en el que se indica que se consideran como tales aquellas cuyo residuo sea superior a 1500 mg/l. Maraver *et al.* (48), el dato de residuo a 180°C citado es de 971,6 mg/l. Alba (49), por su parte, refiere datos de residuo seco de 700 a 840 mg/l.

Rodier (47) comenta que las aguas con un residuo seco entre 1000 y 2000 mg/l se deben considerar mediocres desde el punto de vista de potabilidad, al hablar de aguas de consumo; no obstante, no debemos olvidar que esta agua, utilizadas como bebida, tienen una finalidad específica. La oxidabilidad al permanganato dio un valor de 2,0 mg de oxígeno por litro. Se trata, por tanto, de aguas claramente potables (47), lo que concuerda con la presencia de nitritos a nivel de trazas y el bajo valor de nitratos (ppm) encontrados. En el RD 140/2003 (43) que se refiere a aguas de consumo humano y en el RD 1744/2003 (45) sobre aguas de bebida envasadas, se especifica un valor paramétrico máximo para oxidabilidad de 5 mg O₂/l.

En la Tabla 6 se incluyen los resultados de cationes y aniones. El sodio dio un valor relativamente alto, de 52 mg/l y el de potasio fue bajo, de 9,0 mg/l. Maraver *et al.* (48), se cita un contenido de sodio de 33,9 mg/l y el de potasio, de 10,6 mg/l, similares a los nuestros. Los valores citados por Alba (49) para el sodio, oscilan entre 40 y 60 mg/l y los de potasio entre 10 y 13 mg/l. Renau (54), por su parte, cita 35,2 mg/l para el sodio y 10,1 mg/l para el potasio.

El contenido de calcio de las aguas del pozo Monlleó, fue de 300 mg/l y el de magnesio, de 58 mg/l. La dureza total del agua es muy elevada, de 960 mg/l. Estos datos nos permiten considerar las siguientes denominaciones del agua que nos ocupa. En función del RD 1798/2010 (46), se trata de aguas cálcicas, ya que se consideran

como tales aquellas cuyo contenido de calcio es superior a 150 mg/l; en cuanto al contenido de magnesio se consideran magnésicas aquellas que tienen más de 50 mg de magnesio por litro, por lo que podríamos considerarlas como tales.

En el *Vademecum II de las Aguas Mineromedicinales Españolas*, Maraver *et al.* (53) citan un contenido de calcio de 186,3 mg/l y de 37,2 mg/l de magnesio, datos algo inferiores a los nuestros. Alba (49) refiere un contenido de calcio de 220–280 mg/l y de magnesio de 60–72 mg/l. Renau (54) expone como resultado para el calcio 219,2 mg/l y para el magnesio 46,1 mg/l.

Rodier (47) comenta que las aguas potables de buena calidad contienen habitualmente entre 100 y 140 mg/l de calcio y las que tienen más de 200 mg pueden plantear inconvenientes en los usos domésticos y en las calderas.

Las aguas de la Fuente Calda nos dieron unos valores de calcio y magnesio de 56,0 y 33,4 mg/l, respectivamente, y según el RD 1798/2010 (46) no pueden considerarse ni cálcicas ni magnésicas.

Tabla 6. Cationes y aniones (expresados en mg/l).

Cationes	Manantial Monlleó	Fuente Calda	Aniones	Manantial Monlleó	Fuente Calda
Sodio	52,0	28,0	Bicarbonatos	222,4	—
Potasio	9,0	1,0	Cloruros	61,0	62
Calcio	300,0	56,0	Nitratos	14,0	10,0
Magnesio	58,0	33,4	Sulfatos	766,0	< 5,0

En la Figura 2 se representan comparativamente calcio, magnesio y dureza, según los datos obtenidos en este trabajo para las aguas del pozo Monlleó y citados por Alba (49), Renau (54) y en el *Vademecum II*, Maraver *et al.* (48), referentes al manantial, además de los de la Fuente Calda obtenidos en este trabajo.

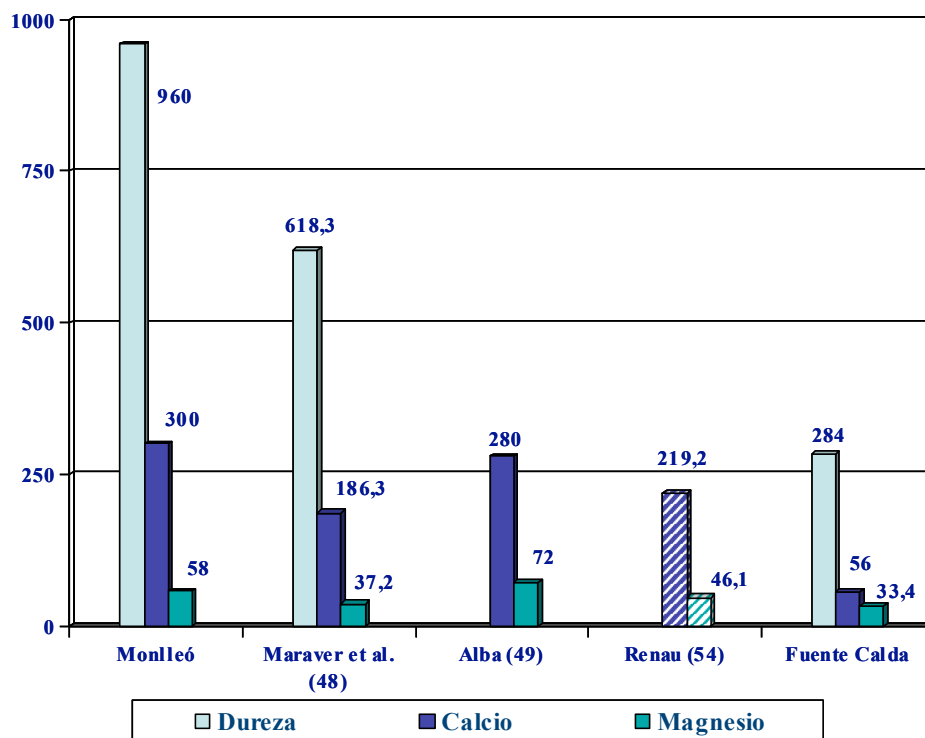


Figura 2. Datos comparativos de dureza, calcio y magnesio. Dureza mg/l CaCO₃ – Ca y Mg mg/l.

Las aguas del pozo Monlleó tienen una elevada dureza, de 960 mg de CaCO₃/l. Maraver *et al.* (48) citan una dureza de 618,3 mg/l de CaCO₃. Estos autores clasifican las aguas, en función de la dureza, siguiendo la clasificación de Girard de 1973, y las denominan extremadamente duras (> 400 mg/l de CaCO₃). En nuestro caso, tenemos en cuenta otras clasificaciones posteriores. Casares *et al.* (52), consideran que serán aguas muy duras cuando la dureza sea superior a 530 mg/l de CaCO₃, por lo que consideramos que las aguas del pozo Monlleó son aguas muy duras.

Las aguas de la Fuente Calda tienen menos cantidad de sales de calcio y magnesio y menor dureza que las del balneario (Tabla 6, Figura 2) y serían consideradas algo duras, según Casares *et al.* (52).

La OMS (55), por su parte, menciona que las normas internacionales de 1971 señalaron que el grado máximo permisible de dureza del agua de consumo era de 10 mEq/l (500 mg de carbonato cálcico por litro), basado en la aceptabilidad del agua para el uso doméstico. Posteriormente, la primera edición de las Guías para la calidad del agua potable, publicadas en 1984, concluyó que no existían pruebas sólidas de que el consumo de agua dura provocara efectos adversos en la salud de las personas y se estableció un valor de referencia de 500 mg/l (como carbonato cálcico) para la dureza, basado en consideraciones sobre el sabor y el uso doméstico. En ningún caso establece una clasificación de las aguas según su dureza.

En cuanto a los aniones, destaca el elevado contenido de sulfatos, de 766,0 mg/l; los bicarbonatos dieron un valor de 222,3 mg/l y los cloruros de 61 mg/l (Tabla 6).

Según el RD 1798/2010 (46) un agua puede ser considerada sulfatada si su contenido de sulfatos supera los 200 mg/l, clorurada si supera 200 mg/l y bicarbonatada si supera los 600 mg/l. En función de los datos obtenidos, podemos decir que las aguas del pozo Monlleó de Villavieja se pueden considerar sulfatadas.

Las aguas de la Fuente Calda son diferentes de las del pozo Monlleó, especialmente en lo que a sulfatos se refiere, ya que las de la fuente presentan un contenido inferior a 5 mg/l a diferencia de las del manantial Monlleó en que se superan los 700 mg/l.

En la Figura 3 se representan bicarbonatos, cloruros y sulfatos, aniones considerados en la legislación mencionada para clasificar las aguas y poder darles la denominación de bicarbonatadas, cloruradas o sulfatadas. Se han representado los datos obtenidos por nosotros para las aguas del pozo Monlleó y de la Fuente Calda, en comparación con los de Alba (49), con excepción de los bicarbonatos, los del Maraver *et al.* (48) y los de Renau (54), observamos que son concordantes con los nuestros.

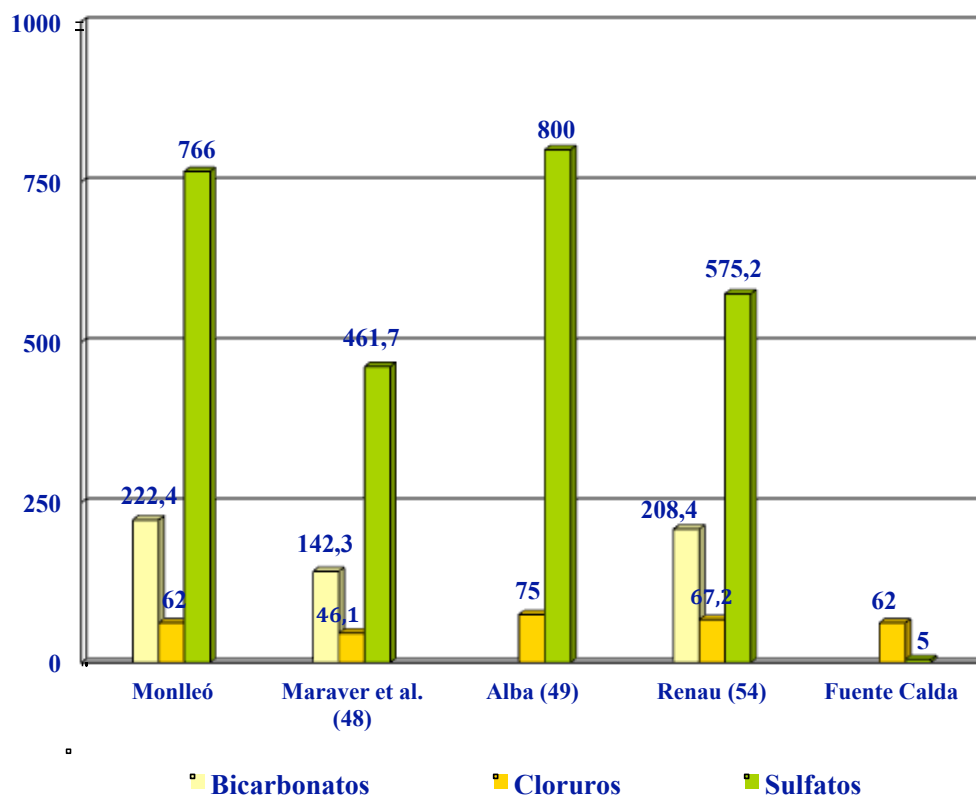


Figura 3. Datos comparativos de bicarbonatos, cloruros y sulfatos (mg/l).

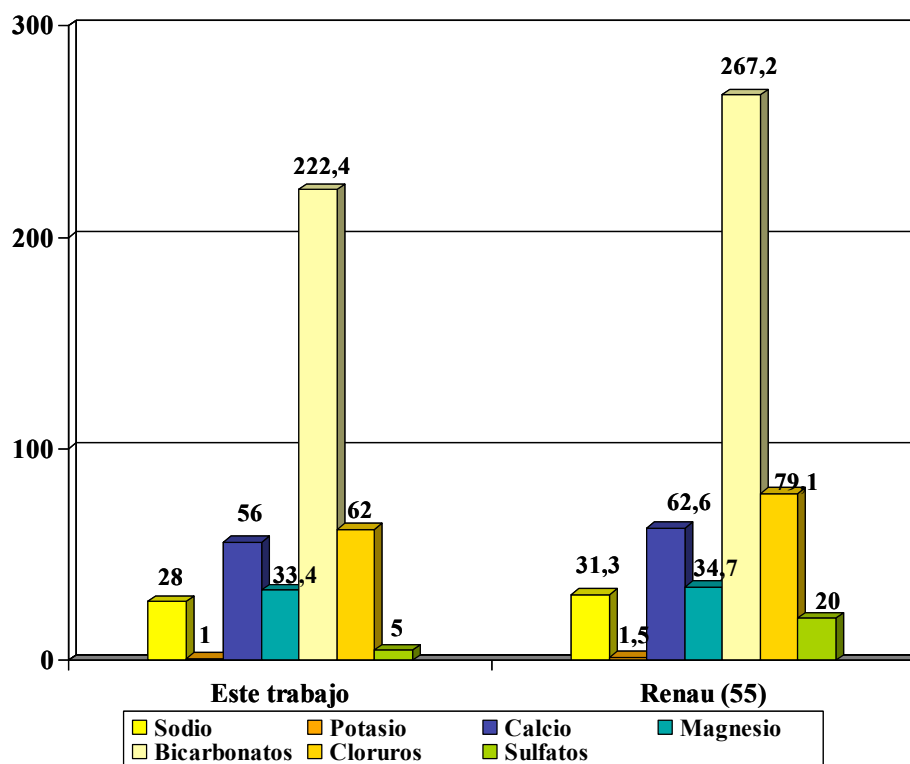


Figura 4. Aguas de la Fuente Calda. Datos comparativos de cationes y aniones (mg/l).

Como dijimos más arriba, nos pareció de interés estudiar algunos componentes de las aguas de la Fuente Calda, a lo que ya hemos hecho alusión. Pero es igualmente importante comparar nuestros datos con los que Renau (54) publicó en 2010; de ellos, vamos a destacar los correspondientes a cationes y aniones en comparación con los nuestros (Figura 4); observamos que en este caso, también se trata de datos muy similares.

En la Tabla 7 se incluyen los resultados de diferentes metales obtenidos para las aguas del pozo Monlleó.

De los elementos estudiados queremos resaltar los de dos de ellos: hierro y mercurio, por diferentes circunstancias. El contenido de hierro de las aguas del pozo Monlleó es de 3 µg/l y el de las de la Fuente Calda, inferior a 0,1 mg/l; teniendo en cuenta el RD 1798/2010 (46), no pueden considerarse ferruginosas, ya que se especifica que para denominarlas como tales, deben contener más de 1 mg/l.

Tabla 7. Metales (expresados en µg/l).

Elemento	Pozo Monlleó	Nivel de referencia	Elemento	Pozo Monlleó	Nivel de referencia
Aluminio	< 4	0 – 200	Cromo	< 1	0 – 50
Antimonio	< 1	0 – 5	Hierro	3	0 – 200
Arsénico	< 1	0 – 10	Manganeso	< 1	0 – 50
Bario	23	0 – 100	Mercurio	< 0,1	0 – 1
Boro	0,1	0 – 1	Níquel	1,7	0 – 20
Cadmio	< 0,1	0 – 5	Plomo	< 1	0 – 25
Cobre	< 1	0 – 2000	Selenio	< 1	0 – 10

El otro elemento, el mercurio, fue motivo de debate hace unos años y se prohibió el uso de las aguas de la Fuente Calda debido a la presencia de mercurio en cantidades importantes, que se consideraban procedentes de contaminación antropométrica. En nuestros análisis, se encontró menos de 0,1 µg/l en las aguas del pozo Monlleó y 0,14 µg/l, en las aguas de la Fuente Calda claramente por debajo del nivel de referencia. A este respecto López *et al.* (56) justifican la presencia de mercurio en las aguas estudiadas en este trabajo por la existencia de un elevado fondo geoquímico de este elemento en la zona.

4. CONCLUSIONES

- Las aguas de Villavieja de Nules han sido motivo de numerosos estudios, especialmente durante el siglo XIX. Se realizaron diferentes análisis con las técnicas de la época, especialmente de las aguas de la Fuente Calda, ampliamente utilizadas por la población y los visitantes.

- Las distintas aguas se clasificaron teniendo en cuenta las normas establecidas en cada momento. Lo más habitual fue considerar a las aguas de Villavieja como termales; acídulo carbónicas, carbonatadas, sulfatadas y ferruginosas. A finales del siglo XIX las denominaciones más comunes, incluso en documentos oficiales como la Gaceta de Madrid, eran las de sulfatadas, cálcicas y ferruginosas.

- De los resultados obtenidos en este trabajo, se deduce que las aguas del Balneario de Villavieja, pozo de Monlleó, se pueden considerar como: hipertermales, de mineralización fuerte, cálcicas, magnésicas, muy duras y sulfatadas.

- Esta consideración de las aguas del Balneario de Villavieja, establecida según normas actuales, coincide con algunas de las mencionadas en el siglo XIX, con excepción de la de ferruginosa.

- Las aguas de la Fuente Calda, tan estudiadas anteriormente, no pueden clasificarse como las del pozo Monlleó, dada su diferente composición; únicamente podemos decir de ellas que son termales y algo duras.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez Reguera L. Discurso pronunciado ante el Claustro de la Universidad Central por el Director de los baños y aguas minerales de Arenosillo, en el solemne acto de recibir la investidura de Doctor en la Facultad de Medicina y Cirugía. Madrid: Imprenta a cargo de D. Antonio Pérez Dubrull, 1864.
2. Francés MC, López Guzmán J, López González M.^a. El balneario de Villavieja (Castellón). Historia y generalidades. [en esta monografía], 12-37
3. Obiol Menero EM. Los balnearios de Castelló. El primer turismo conocido en el norte del país valenciano. Cuad Geogr 1988; 43: 55-81.
4. Aviso. La temporada de aguas y baños minerales, situados en los puntos y provincias que á continuación se expresan, principian y concluyen en las fechas que siguen. Cambios del día 8. Gaceta de Madrid nº 69 de 9 de junio de 1827: 276.
5. García López A. Aguas minerales. Tratado de Hidrología médica con guía del bañista y el mapa balneario de España. Madrid: Imprenta y estereotipia de M. Rivadeneyra, 1869.
6. Real Decreto-Ley nº 743. Gaceta de Madrid. 117 de 25 de abril de 1928: 474-83.
7. Sanz Marco E, Marco Torres A. Balnearios y aguas medicinales de Castellón. Siglo XIX. Castellón: Diputación Provincial de Castellón, 2015.
8. Lemos FJ. Virtudes medicinales de las aguas minerales de Villavieja de Nules en el Reyno de Valencia. Valencia: Josef y Tomás de Orga, 1788.
9. Cavanilles AJ. Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia. Valencia: Imprenta Real, 1795.
10. David F. Memoria sobre las aguas minerales de Villavieja. Madrid, 1822. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.
11. Alibert JL. Nuevos elementos de terapéutica y de materia médica; seguido de un nuevo ensayo sobre el arte de formular, y un análisis abreviado de las aguas minerales más usadas en Francia. Madrid: Imprenta de Repullés, 1826.

12. Avellán J. Disertación de las aguas minerales de Archena, en el Reyno de Murcia y Billavieja en el de Valencia. Madrid, 1829. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.
13. Bertrán y Besante L. Disertación sobre las aguas y baños termales de Villavieja. Madrid, 1829. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.
14. Chinchilla A. Baños y aguas minerales de Villavieja (Castellón). Madrid, 1829. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.
15. Cisternes y Margarid J. Disertación de las aguas minerales de Villavieja, Alange, Archena y Caldas de Tuy. Madrid, 1829. Manuscrito. Biblioteca Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.
16. Díez Serrano F. Disertación físico-química analítica de las aguas minerales de Villavieja en el Reyno de Valencia. Madrid, 1829. Manuscrito. Biblioteca Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.
17. Forner V. Memoria sobre las aguas y baños minerales de Villavieja en el Reyno de Valencia, por D. Vicente Forner, Director interino por S.M. de estas aguas. Madrid, 1829. Biblioteca Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.
18. Huesa V. Disertación de las aguas y baños minerales de Villavieja, Reyno de Valencia, provincia de Castellón de la Plana, por el Licenciado D. Vicente Huesa Director interino en la 2ª temporada del próximo pasado año 1848. Madrid, 1849. Biblioteca Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.
19. Álvarez Alcalá F. Manual de las aguas minerales de España y principales del extranjero. Madrid: Imprenta Alejandro Gómez Fuentenebro, 1850.
20. Madoz P. Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus Provincias. Barcelona: Imprenta Henrich y Cia, 1984.
21. Pérez de la Flor J, González de Jonte M. Novísimo manual de Hidrología médica española. Madrid: Imprenta y Librería de Vicente Matute, 1851.
22. Rubio PM. Tratado completo de las fuentes minerales de España. Madrid: Establecimiento Tipográfico de D.R.R. de Rivera, 1853.
23. Vilanova y Piera J. Memoria geonóstico-agrícola sobre la provincia de Castellón. Premiada por la Real Academia de Ciencias en 1858. Madrid: Real Academia de Ciencias Naturales, 1858.

24. Barraca JM. Observaciones prácticas sobre las virtudes de las aguas minero-medicinales de Villavieja. Madrid, 1860. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.
25. Durand Fardel M, Le Bret E, Lefort J, Jules FM. Dictionnaire général des eaux minérales et d'Hydrologie médicale. Tome second G – Z. París: J.B. Bailliere et Fils, 1860.
26. Caballero F. Reseña geográfica estadística de España 2ª ed. Madrid: Imprenta y estereotipia de Rivadeneira, 1868.
27. Taboada M. Anuario de Hidrología médica española. Vol. 1º. Madrid: Imprenta de los Sres. Rojas, 1870.
28. Joanne AD, Le Pileur A. Les bains d'Europe. Guide descriptive et médical des eaux d'Allemagne, d'Angleterre, de Belgique, d'Espagne, de France, d'Italie et de Suisse. 2ª ed. Paris: Librairie Hachette et C^{ie}, 1880.
29. Escudero I. Aguas minerales sulfatadas mistas de Villavieja. Memoria manuscrito correspondiente a 1881. Madrid, 1881. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.
30. Sanchís E. Baños de Villavieja de Nules. Madrid, 1889. Manuscrito. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.
31. Riba, V. Villavieja de Nules y sus aguas termales. Apuntes históricos. Impresión facsímil de las ediciones de 1898 y 1906. La Vilavella, 1994.
32. RAE Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. 23ª ed. Madrid: Real Academia Española, 2014.
33. Ossian H, Ossian H. Tratado práctico de análisis química de las aguas minerales potables y económicas: con sus aplicaciones a la higiene y a la industria; consideraciones generales sobre su formación, termalidad, aprovechamiento, etc. Traducido por Ramón Ruiz Gómez. Madrid: Imprenta de Manuel Álvarez, 1858.
34. Barraca JM. Memoria de las aguas minero-medicinales de Villavieja correspondiente al año 1868. Madrid, 1868. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.
35. Casares y Rodríguez A. Tratado práctico de análisis química de las aguas minerales y potables: con las indicaciones de las fuentes de aguas más notables de España, su composición, enfermedades a cuya curación se aplican, y número de enfermos que a ellas acuden anualmente. Madrid: Librería de D. Ángel Calleja, 1866.

36. Herrero Hinojo P, Francés M^aC. Aportación al estudio de los ponderales farmacéuticos empleados en España. Bol Soc Esp Hist Farm 1972; 91: 137-45.
37. Francés, MC. Unificación del sistema de pesas y medidas en Farmacia. Bol Soc Hist Farm 1971; 85: 1-6.
38. Barraca JM. Memoria de las aguas minero-medicinales de Villavieja correspondiente al año 1866. Madrid, 1866. Biblioteca de la Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.
39. Ministerio de la Gobernación. Dirección General de Beneficencia, Sanidad y Establecimientos Penales. Nota de las temporadas en que están abiertos los establecimientos de baños y aguas minerales, categoría a que pertenecen, denominación y clasificación de estos, nombre del Médico-director, residencia del mismo y concurrencia según las Memorias del año anterior. Gaceta de Madrid de 3 de marzo de 1874.
40. Ministerio de la Gobernación. Dirección General de Beneficencia y Sanidad. Estado de las temporadas en que están abiertos los Establecimientos balnearios, clasificación hidrológica, temperatura y altitud, nombre de los Médico-Directores, residencia fuera de la temporada oficial, número que ocupan en el escalafón y concurrencia de enfermos según las últimas Memorias presentadas y datos suministrados por la Comisión de Anuario y Estadística de baños. Gaceta de Madrid de 30 de marzo de 1883.
41. Abad Monzó J. Topografía médica de Villavieja de Nules (Castellón). Valencia: Imprenta valencianista, 1920.
42. Rosa MC de la. Microbiología del agua mineromedicinal del Balneario de Villavieja. [en esta monografía], 75-86.
43. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOE núm. 45 de 21 de febrero de 2003.
44. Real Decreto 1120/2012, de 20 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. BOE núm. 207 de 29 de agosto de 2012.
45. Real Decreto 1744/2003, de 19 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1074/2002, de 18 de octubre, por el que se regula el proceso de elaboración, circulación y comercio de aguas de bebida envasadas. Publicado en BOE núm. 312 de 30 de Diciembre de 2003.

46. Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano. B.O.E. núm. 16 miércoles 19 de enero de 2011.
47. Rodier J. Análisis de las aguas. Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. 3ª ed. Barcelona: Omega, 1998.
48. Maraver Eyzaguirre F, Hurtado I, Armijo F. Capítulo 4.1. Análisis y fichas. En: Maraver Eyzaguirre F, Armijo Castro F, Eds. Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas. 1ª ed. Madrid: Editorial Complutense 2010; pp. 54-296.
49. Alba. Datos no publicados. Proporcionados por D. Vicente Caballer Almela, Director Gerente del Balneario, 2015.
50. Moltó L. Tipos de aguas minero-medicinales en yacimientos arqueológicos de la península ibérica. Espacio, Tiempo y Forma. Serie II, Historia Antigua 1992; 5: 211-28.
51. Legislación Alimentaria. Código Alimentario Español y disposiciones legales complementarias. 7ª ed actualizada. Madrid: Tecnos, 2006.
52. Casares López R, García Olmedo R, Valls Payés C. Tratado de Bromatología. 5ª ed. Madrid: Pub. Dpto. Bromatología, Toxicología y Análisis Químico Aplicado UCM, 1978.
53. Maraver Eyzaguirre F. Capítulo 4.2. Clasificaciones. En: Maraver Eyzaguirre F, Armijo Castro F, Eds. Vademécum II de Aguas Mineromedicinales Españolas. 1ª ed. Madrid: Editorial Complutense 2010; pp. 297-310.
54. Renau Llorens, EA. Elementos minoritarios y traza en la masa de agua subterránea 080.021 (Plana de Castelló). Origen y procesos asociados. Tesis doctoral Universitat Jaume I. Dpto. de Ciencias agrarias y del medio natural. Instituto Universitario de plaguicidas y aguas. Valencia, 2010.
55. OMS. Guías para la calidad del agua potable, tercera edición Volumen 1: Recomendaciones (Libro en internet). Ginebra (Suiza): OMS. Organización Mundial de la Salud 2008. Disponible en: (www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/).
56. López Gutiérrez J, García Menéndez O, Ballesteros Navarro B.J. El origen del mercurio presente en el acuífero costero de la plana de Castellón (este de España). Boletín Geológico y Minero 2010; 121 (3): 279-98.